婴儿死亡率下降的理想历程分析

李鸿斌[1][1] 冯海娟[2] 钱志娟[1] 顾建明[1] 王洁[1]
[1]（如皋市妇幼保健计划生育服务中心 江苏如皋 226500）
[2]（如皋市人民医院 江苏如皋 226500）

摘要：
[目的] 探索婴儿死亡率下降的历程。
[方法] 以日本和中国香港婴儿死亡率动态数列为参照系统，借鉴研究经济现象的方法，采用平均增长量、平均发展速度、平均增长速度描述分析婴儿死亡率的变化规律，分析下降历程再通过婴儿死亡率随人均GDP变化轨迹进行验证，进一步分析191个WHO会员国2000-2013年下降规律与参照系统的符合率。按参照系统特征预测中国大陆婴儿死亡率未来下降历程。
[结果] 参照系统婴儿死亡率下降大致经历快速下降、缓慢下降、低水平持续状态三个阶段，婴儿死亡率随人均GDP变化轨迹与时间序列的规律相一致，191个国家下降规律与参照系统总体符合率为59.68%，快速下降、缓慢下降、低水平持续状态符合率分别为98.57%、21.62%、61.70%。中国大陆地区婴儿死亡率“十二五”后期渐向缓慢下降阶段过渡，“十四五”后期将进入低水平持续状态；城市婴儿死亡率“十二五”后期将向低水平持续状态过渡；农村“十三五”期间将进入缓慢下降阶段。
[结论] 婴儿死亡率下降存在着内在的变化规律，理想的下降历程值得发展中国家因地制宜地学习借鉴。在不同的发展阶段应制定、落实更有针对性的防控策略与措施。
关键词：婴儿死亡率；下降历程；动态数列；趋势预测
分类号：R172

The ideal decline process analysis of the Infant mortality

Li hong-bin[1], Feng hai-juan[2], Qian zi-juan[1], Gu jian-ming[1], Wang jie[1]
[1]（Maternal and child health care family planning service center of Rugao，Jiangsu Rugao 226500，China）
[2]（The People's Hospital of Rugao，Jiangsu Rugao 226500，China）

Abstract：
[Objective] To explore the decline process of infant mortality.
[Methods] According to the dynamic sequence of infant mortality rate in Japan and the Hong Kong Special Administrative Region as the reference system, referenced the study method of economic phenomena，Used the average growth, the average speed of development, the average growth rate to descript and analyze the change law of infant mortality, then analyzed the decline process of infant mortality. Through the infant mortality rate change with per capita GDP trajectory for validation, to analyze the infant mortality decline law with reference to the accuracy of system in WHO191 countries from 2000 to 2013. According to the reference system characteristics to predict infant mortality decline in future course of mainland China.
[Results] The reference system decline process of infant mortality rate include

[1] 通讯作者：李鸿斌，E-mail: 2249903906@qq.com

the rapid decline, slow drop, continuous low level state. Infant mortality rates vary with per capita GDP trajectory is consistent with the law of time series, Compared with the reference system, the total coincidence rate of the decline law in 191 countries was 59.68%. Compared with the rapid decline, slow drop, continuous low level state, the coincidence rate were respectively 98.57%, 21.62%, and 61.70%. The infant mortality rate in China mainland will transit to slow decline stage in “Twelfth five Year Plan” late. The decline process of infant mortality will enter a continuous low level state in “Fourteen five Year Plan” late. The city Infant mortality will transit to a low state in “twelfth five-year” late. The country infant mortality will transit to a slow decline state in “thirteenth five-year”.
[Conclusions] There is an inherent change in the infant mortality rate, The ideal decline course is worth developing countries to learn from local conditions.At different stages of development we should develop and implement more focused strategies and measures of prevention and control.
Key words: Infant mortality rate; The decline process; Dynamic series; Trend prediction

1 引言

婴儿死亡率是一个动态的不断发展变化的反映一个国家或地区政治、经济、文化教育、卫生状况的敏感指标。全球各国婴儿死亡率呈逐年下降趋势，存在着较大的地区性差异。横向研究表明，194 个 WHO 会员国 5 岁以下儿童死亡率[1]、婴儿死亡率[2]呈现高、中、低阶梯式下降规律，年平均下降量亦呈现阶梯式下降规律，在不同死亡率组感染与非感染性疾病存在着明显差异，在不同的发展阶段的防控工作重点应当各有差别。那么，从时间序列不同国家儿童死亡率呈现怎样的下降规律尚缺乏深入研究，值得关注。在最发达地区婴儿死亡率高度集中在出生第一周，主要是由于围产儿死亡和先天性异常，在最不发达地区，传染病和寄生虫病仍然具有决定性，婴儿期具有高度风险[3]。上世纪 80 年代中期，传染病是导致发展中国家婴儿死亡的最常见原因[4]，急性呼吸道感染每年使世界上 1500 万婴幼儿死亡，发展中国家占 96%。美国 1950-1991 年间婴儿死亡率急剧下降，主要原因是肺炎和流感死亡率的下降[5]。1951 年中国香港婴儿死亡主要原因[6]是肺炎（37.9%）、肠胃炎及结肠炎（23.5%）和早产（15.9%），2000 年肺炎致死（2.5%）大幅下降，先天性异常（33.8%）和缺氧症（10.8%）大幅上升，2001-2011 年先天性畸形、变形和染色体异常在婴儿死亡中位居首位。众多的证据表明，随着时间的推移，不同国家地区在不同时期婴儿死亡疾病谱发生了明显变化。在不同阶段及时调整防控策略将有助于进一步降低婴儿死亡率或预防死亡率反弹。正确认识婴儿死亡率下降的不同发展阶段，对于发展中国家或不发达地区、我国农村或西部地区研究制定前瞻性防控策略、落实更有针对性的措施，具有一定的意义。本文试图以婴儿死亡率居全球领先水平的日本、中国香港特别行政区为参照系统，借鉴研究经济现象的方法，分析并验证婴儿死亡率下降的理想历程，判断中国大陆地区婴儿死亡率的发展历程，为在不同发展阶段制定针对性的干预措施提供参考依据。

2 资料与方法

2.1 资料来源

1951-2011 年中国香港婴儿死亡率来源于《香港统计月刊》[6]。1951-1991 年日本婴儿死亡率来源于文献资料[7]，1994-2011 年来源于国家统计局网站国家数据库[8]，在国际数据主要国家（地区）年度数据中查询。1970-2011 年日本和中国香港人均 GDP 来源于 data.un.org[9]。1991-2011 年中国大陆地区婴儿死亡率来源于《中国统计年鉴 2012》[10]。2000-2013 年 194 个国家婴儿死亡率来源于《世界卫生统计 2015》[11]。

2.2 方法

（1）婴儿死亡率下降历程区分方法

2012 年日本（2.21‰）、中国香港（2.9‰）婴儿死亡率在全球排名中分别位居第 2、6 名[12]，处于全球领先水平，选择日本和香港婴儿死亡率动态数列为参照系统，借鉴研究经济现象发展变化的动态数列分析方法，采用发展水平（平均发展水平、平均增长量）和发展速度（平均发展速度、平均增长速度）指标，描述、分析婴儿死亡率在一定时期内的变化规律，判断是上升还是下降、上升或下降的快慢、上升或下降了多少。以婴儿死亡率平均下降绝对量为核心指标，先以相同时间（1951 年）为起点，观察每五年的变化规律，寻找有意义的转折点，再以相同或相近婴儿死亡率水平（60‰）为起点，根据转折点分析婴儿死亡率下降历程。

以全球 194 个世界卫生组织会员国 2000-2013 年婴儿死亡率平均下降量（$\overline{X}$±SD）为基础，选择高死亡率组的最低限（1.10‰）和低死亡率组的最高限（0.25‰）为区分下降历程的参考临界值。

（2）验证方法

分析婴儿死亡率下降随人均 GDP 变化的最佳预测模型曲线轨迹，验证时间序列婴儿死亡率下降历程。观察 WHO 会员国 2000－2013 年婴儿死亡率下降的规律，对照参照系统下降历程判断不同下降阶段的符合率。某阶段的符合率＝符合参照系统某阶段下降规律的国家数÷同期国家总数×100%。

（3）中国大陆婴儿死亡率下降历程确定方法

根据参照系统婴儿死亡率在不同发展阶段的变化规律，判断中国大陆现阶段婴儿死亡率所处的位置，并预测未来下降历程。

（4）统计学方法

编制动态数列，y_1，y_2，$y_3 \cdots y_{n-1}$，y_n 分别对应于 1，2，3…n-1，n 年度的婴儿死亡率；x_1，x_2，$x_3 \cdots x_{n-1}$，x_n 分别对应于 1，2，3…n-1，n 年度的人均 GDP。计算婴儿死亡率平均发展指标，平均增长量=（y_n-y_1）/（n-1），为逐期增长量的序时平均数，反映平均每年增长的数量；平均发展速度=$\sqrt[n-1]{y_n \div y_1}$，表示较长时期内逐年平均发展变化程度；平均增长速度=平均发展速度-1，表示较长时期内逐期平均增长变化程度，正值表明平均上升速度，负值表明平均下降速度。运用曲线拟合的方法建立预测模型，通过曲线拟合优度的方差分析筛选拟合较好的曲线方程，综合分析曲线拟合精度指标并结合曲线轨迹变化选择最佳曲线模型[13]。曲线拟合过程在 SPSS17.0 统计软件上进行。$P<0.05$ 有统计学意义。

3 结果

3.1 参照系统婴儿死亡率阶段性变化规律

以 1951 年为起点，日本和中国香港每 5 年婴儿死亡率变化呈现相似的下降规

律，1971－1976 年日本、1976－1981 年中国香港婴儿死亡率开始向 10‰过渡，1986－1991 年日本、1991－1996 年中国香港婴儿死亡率向 5‰水平过渡，在 10‰水平之前婴儿死亡率下降的绝对量较大且逐期下降，下降速度较稳定，这之后下降绝对量变小、下降速度变慢，在 5‰水平以下，下降绝对量更小、下降速度更慢。见表 1、表 2。

表 1　日本每 5 年婴儿死亡率平均发展水平与发展速度变化

年份	婴儿死亡率‰	阶段	平均增长量‰	平均发展水平%	平均增长速度%
1951	57.5				
1956	40.6	1951-1956	-3.38	93.28	-6.72
1961	28.6	1956-1961	-2.40	93.23	-6.77
1966	19.3	1961-1966	-1.86	92.44	-7.56
1971	12.4	1966-1971	-1.38	91.53	-8.47
1976	9.3	1971-1976	-0.62	94.41	-5.59
1981	7.1	1976-1981	-0.44	94.74	-5.26
1986	5.2	1981-1986	-0.38	93.96	-6.04
1991	4.4	1986-1991	-0.16	96.71	-3.29
1996	4.0	1991-1996	-0.08	98.11	-1.89
2001	3.1	1996-2001	－0.18	95.03	-4.97
2006	2.7	2001-2006	-0.08	97.27	-2.73
2011	2.3	2006-2011	-0.08	96.84	-3.16

表 2　中国香港每 5 年婴儿死亡率平均发展水平与发展速度变化

年份	婴儿死亡率‰	阶段	平均增长量‰	平均发展水平%	平均增长速度%
1951	91.8				
1956	60.9	1951-1956	-6.18	92.12	-7.88
1961	37.7	1956-1961	-4.64	90.85	-9.15
1966	24.9	1961-1966	-2.56	92.04	-7.96
1971	18.4	1966-1971	-1.30	94.13	-5.87
1976	14.3	1971-1976	-0.82	95.08	-4.92
1981	9.7	1976-1981	-0.92	92.53	-7.47
1986	7.7	1981-1986	-0.40	95.49	-4.51
1991	6.5	1986-1991	-0.24	96.67	-3.33
1996	4.0	1991-1996	-0.50	90.75	-9.25
2001	2.7	1996-2001	-0.26	92.44	-7.56
2006	1.8	2001-2006	-0.18	92.21	-7.79
2011	1.4	2006-2011	-0.08	95.10	-4.90

3.2 参照系统婴儿死亡率下降历程

选择 10‰、5‰为婴儿死亡率下降过程中的转折点，以婴儿死亡率接近 60‰水平为起点，分析阶段性规律。在婴儿死亡率进入 10‰水平前，1950-1975 年日本 、1956-1981 年中国香港婴儿死亡率平均下降绝对量最大、下降速度最快；在 10‰降至 5‰间， 1975-1987 年日本、1981－1992 年中国香港婴儿死亡率下降绝对量明

显变低、下降速度减慢；在降至5‰以下时，1987-2011年日本、1992-2011年中国香港婴儿死亡率下降绝对量最低、下降速度更慢。见表3。当婴儿死亡率在10‰以上且婴儿死亡率平均下降绝对量很大，下降速度很快，称为快速下降阶段，在10‰至5‰之间，且婴儿死亡率平均下降绝对量变小，下降速度减慢，称为缓慢下降阶段，在5‰以下，且婴儿死亡率平均下降绝对量很小，下降速度缓慢，称为低水平持续状态，这是位居全球领先水平的婴儿死亡率的下降规律，是婴儿死亡率下降的理想历程。

表3　日本、中国香港、中国大陆婴儿死亡率阶段性性比较

地区	年份	婴儿死亡率‰	阶段	期数	平均增长量‰	平均发展水平%	平均增长速度%
日本	1950	60.1					
	1975	10	1950-1975	25	-2.00	93.08	-6.92
	1987	5	1975-1987	12	-0.42	94.39	-5.61
	2011	2.3	1987-2011	24	-0.11	96.82	-3.18
中国香港	1956	60.9					
	1981	9.7	1956-1981	25	-2.05	92.92	-7.08
	1992	4.9	1981-1992	11	-0.44	93.98	-6.02
	2011	1.4	1992-2011	19	-0.18	93.62	-6.38
中国大陆	1981	60.1					
	2012	10.3	1981-2012	31	-1.61	94.47	-5.53

3.3 验证参照系统婴儿死亡率下降历程

根据1970－2011年日本、中国香港婴儿死亡率随人均GDP变化规律筛选最佳模型为幂函数曲线，曲线方程分别为：$y_{日本}=878.6587\times x^{(-0.5317)}$ ($R^2=0.898$，$F=354.056$，$P=0.000$)，$y_{香港}=7919.8737\times x^{(-0.7807)}$ ($R^2=0.829$，$F=150.514$，$P=0.000$)。观察幂函数曲线的变化轨迹，可划分为近似直线下降、转折和趋向水平三个阶段。见图1、图2。当人均GDP日本为4526美元、香港为5163美元时，婴儿死亡率在10‰水平，在这之前处于近似直线下降阶段，当人均GDP日本为16667美元、香港为12545美元时，婴儿死亡率在5‰水平，处于转折阶段，在这之后则处于趋向低水平阶段。日本、中国香港婴儿死亡率随人均GDP的变化轨迹与时间序列快速下降、缓慢下降和低水平持续状态三个阶段基本一致。

3.4 WHO会员国2000-2013年婴儿死亡率下降规律

在194个WHO会员国中191个国家婴儿死亡率呈现不同程度下降现象[2]，2000-2013年婴儿死亡率平均下降量≥1.10‰国家70个，2013年婴儿死亡率在10‰以上国家69个，仅马尔代夫为8.4‰，其中非洲国家42、亚洲24、南美洲3、北美洲1个国家，2000年高死亡率国家63个，占同期国家数的90%（63/70），中等死亡率国家7个（10%，10/70）。对照参照系统快速下降阶段的变化规律，符合率为98.57%（69/70），其中高死亡率国家符合率为100%（63/63）、中等死亡率国家符合率为85.71%（6/7）。

2000-2013年婴儿死亡率平均下降量＜0.25‰国家47个，2013年婴儿死亡率

在 5‰以下国家 29 个，其中欧洲 22、亚洲 4、大洋洲 2、北美洲 1 个国家，2000 年均为低死亡率国家；18 个国家在 5.0‰至 30.6‰之间，其中北美洲 9、欧洲 3、亚洲 3、大洋洲 2、南美洲 1 个国家，2000 年均为中等死亡率国家 10 个，占同期不符合国家数的 55.56%（10/18），低死亡率国家 8 个（44.44%，8/18）。对照参照系统低水平持续状态变化规律，符合率为 61.70%（29/47），其中，低死亡率国家符合率为 78.38%（29/37）、中等死亡率国家符合率为 0%（0/10）。

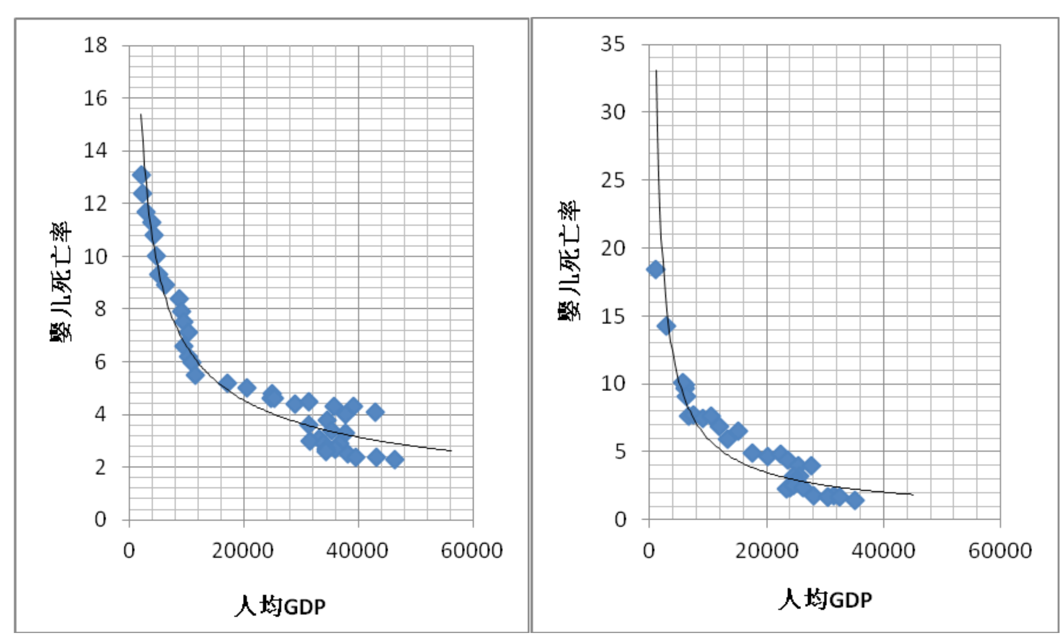


图 1 日本人均 GDP 与婴儿死亡率分布　　图 2 香港人均 GDP 与婴儿死亡率分布

2000-2013 年婴儿死亡率平均下降量在 0.25‰至 1.10‰之间国家 74 个，2013 年婴儿死亡率＜5‰国家 7 个，均为欧洲国家，2000 年中等死亡率国家 2 个，占同期国家数的 28.57%（2/7），低死亡率国家 5 个（71.43%，5/7）；2013 年婴儿死亡率≥10‰国家 51 个，其中非洲 11、北美洲 11、亚洲 9、大洋洲 9、南美洲 7、欧洲 4 个国家，2000 年中等死亡率国家 41 个，占同期国家数的 80.39%（41/51），高死亡率国家 10 个（19.61%，10/51）；2013 年婴儿死亡率在 5‰至 10‰之间国家 16 个，其中欧洲 7、亚洲 5、北美洲 2、大洋洲 1、南美洲 1 个国家，2000 年中等死亡率国家 15 个，占同期国家数的 93.75%（15/16），低死亡率国家 1 个（6.25%，1/16）。对照参照系统缓慢下降阶段变化规律，符合率为 21.62%（16/74），其中，中等死亡率国家符合率为 25.86%（15/58）、低死亡率国家符合率为 16.67%（1/6）、高死亡率组国家符合率为 0%（0/10）。

在 191 个婴儿死亡率下降国家中，高、中、低死亡率国家符合参照系统下降规律国家数依次为 63、21、30 个，总体符合率为 59.68%（114/191）。

3.5 中国大陆婴儿死亡率下降历程

1950 年日本婴儿死亡率在 60.1‰水平[7]，1956 年中国香港在 60.9‰水平[6]，达到 10‰水平日本（1975 年 10‰[7]）和香港（1981 年 9.7‰[6]）均经过了 25 年。1981 年中国大陆在 60.1‰水平[14]，2012 年为 10.3‰[10]，经过了 31 年达到 10‰水平，婴儿死亡率平均下降量为 1.64‰，平均发展速度为 94.42%，下降速度为 5.58%，与参照系统婴儿死亡率快速下降阶段的特征一致，见表 3。“十二五”期间中国大陆婴儿死亡率仍处于快速下降阶段，“十二五”后期渐向缓慢下降阶

段过度。从10‰降至5‰水平，日本经历了12年，香港经历了11年，预计中国大陆婴儿死亡率缓慢下降阶段不少于10年，大约在2022达到5‰水平，大约“十四五”期间将进入低水平持续状态。2004年中国大陆城市婴儿死亡率为10.1‰，2012年为5.2‰[10]，平均下降绝对量为0.61‰，平均发展速度为92.04%，平均下降速度为7.96%，处于缓慢下降阶段，“十二五”后期向低水平持续状态过渡，“十三五”将进入低水平持续状态。中国农村2012年婴儿死亡率为12.4‰[10]，仍处于快速下降阶段，“十三五”期间将进入缓慢下降阶段。

4 讨论

事物的发展变化总是有规律可以遵循的，遵循客观规律可以避免少走弯路。婴儿死亡率的发展变化同样也是有规律的，正确判断下降历程的不同阶段，有助于及时调整防控策略，对于进一步降低婴儿死亡率有一定的意义。如何区分婴儿死亡率的下降历程，尚缺乏可以套用的方法[2]。不少研究者采用下降幅度[15,16]描述婴儿死亡率变化，由于基期水平、期末水平及间隔时间的差异，单纯下降幅度缺乏可比性。有用平均增长速度描述中国婴儿死亡率的变化，1975-1987年平均增长速度为－3.12%[17]，1991-2004年为－5.88%[18]，由于基期水平的差异，单纯增长速度缺乏量的变化，横向分析缺乏可比性。综合分析婴儿死亡率平均增长量和平均增长速度，则更能显示下降量的多少及速度的快慢。单纯分析中国大陆的变化规律，判断婴儿死亡率下降历程容易发生偏差，选择一个可靠的参照系统非常重要，参照系统必须具备两个基本条件，一是现阶段婴儿死亡率水平较高，具有一个完整而延续的下降过程，二是防控措施效果明显，值得学习借鉴。日本和中国香港婴儿死亡率水平处于全球领先水平，从地理位置上相毗邻，过去我们学习借鉴过一些成功经验[19、20]。结果表明中国大陆婴儿死亡率从60‰下降至10‰的下降规律与参照系统非常相似，未来的发展有着较好的可比性。仅从时间序列判断下降历程的阶段性，可能有一定的片面性，从经济增长对婴儿死亡率影响加以验证提高了可靠性和可信度。有学者选用人均国民收入与婴儿死亡率曲线拟合幂函数模型[14、21]为验证提供了路径。在建立动态模型的众多方法中，采用曲线拟合优度方差分析，综合判断拟合精度与抽样误差指标[13、14]，为筛选最佳模型提供了参考方法。结果表明，参照系统婴儿死亡率呈现快速下降、缓慢下降、低水平持续状态的基本规律，与全球5岁以下儿童死亡率和婴儿死亡率高、中、低阶梯式下降规律基本一致，说明通过分析参照系统婴儿死亡率下降规律，在方法学具有一定的可行性。

结果表明，世界卫生组织会员国191个国家2000-2013年婴儿死亡率下降规律与参照系统符合率仅为59.68%，快速下降阶段符合率为98.57%最高，2000年90%为高死亡率国家，因有较大的下降空间，且婴儿死因以感染性疾病为主[2]，防控易取得较好的效果；缓慢下降阶段符合率为21.62%最低，原因可能与快速下降向缓慢下降转折和缓慢下降向低水平持续状态转折有关，在第一次转折过程中，不相符国家中有19.61%的高死亡率国家，说明其防控措施可能不力、防控效果不明显，在第二次转折过程中，不相符国家中有71.43%的低死亡率组国家，说明这些国家年平均下降量快于低水平持续状态，其防控措施有效，可缩短下降历程；低水平持续状态符合率为61.70%居中，此阶段婴儿死亡率下降空间有限，且主要死因以非感染性疾病为主，防控措施见效较慢，在此阶段不相符国家中有55.56%的中等死亡率国家，说明这些国家防控措施可能不力，未取得理想效果。参照系统婴儿死亡率下降历程的三个阶段是基于年平均下降量为主要指标确定的，同时

选择 10‰、5‰作为阶段性婴儿死亡率变化的转折点，缓慢下降阶段的符合率低可能还与转折点的选择有关，可能不同的国家转折点存在着差异，不能一概而论。因日本和中国香港属于全球经济发达的国家或地区，婴儿死亡防控成效显著，以此为参照系统的下降历程为婴儿死亡率理想的下降模式，其成功经验值得发展中国家或贫困地区学习借鉴，但由于经济社会发展水平的差距可能很难复制取得相似的防控效果。当某国家地区婴儿死亡率大于参照系统婴儿死亡率，婴儿死亡率平均下降绝对量小于参照系统，甚至反弹回升，说明婴儿死亡防控效果欠佳，可能其防控策略失当、措施不力，综合分析影响因素将有助于提高防控能力；若平均下降绝对量大于或近似于参照系统水平，则说明防控效果明显，成功经验值得学习借鉴、巩固发扬。

中国大陆婴儿死亡率呈持续下降趋势，2007 年达全球中等水平，提前完成了千年发展目标任务，但存在着明显的城乡及地区差异，与发达国家差距明显[22]。2000 年城市婴儿死亡率为 11.8‰[15]，向缓慢下降阶段过渡，2010 年为 5.8‰[15]，处于缓慢下降阶段，向低水平持续状态过渡，早产和低出生体重、出生窒息、先天性心脏病等非感染性疾病死亡率、死因顺位均超过感染性疾病[15]。2000 年农村婴儿死亡率为 37‰，2010 年为 16.1‰[15]，处于快速下降阶段，肺炎等感染性疾病死亡率及死因顺位均超过非感染性疾病[15]。农村和城市比较，在快速下降、缓慢下降阶段婴儿死亡主要疾病和死因顺位发生了明显变化，与中国香港的变化相似[6]。农村借鉴城市的成功经验，有利于促进婴儿死亡率向缓慢下降阶段过渡，对于降低全国婴儿死亡率有现实意义。结果表明，在婴儿死亡率快速下降阶段的规律与参照系统非常近似，预测“十二五”后期渐向缓慢下降阶段过渡，2013 年中国监测地区婴儿死亡率为 9.5‰，2015 年为 8.1‰[23]，预测中国城市婴儿死亡率“十二五”后期向低水平持续状态过渡，2013 年中国监测地区城市婴儿死亡率为 5.2‰，2015 年为 4.7‰[23]，预测中国农村婴儿死亡率“十三五”期间进入缓慢下降阶段，2013 年中国监测地区农村婴儿死亡率为 11.3‰，2015 年为 9.6‰[23]，预测结果与实际监测结果非常接近，与时间序列指数函数预测模型的预测结果也比较接近[13]。有研究表明，中国在人均政府卫生投入速度快于人均 GDP 速度时，婴儿死亡率出现了快速下降现象[24]，现在中国经济社会呈现良好的发展态势，中国大陆婴儿死亡率未来发展趋势将接近参照系统的下降历程，甚至有望缩短下降历程。

尽管中国大陆地区婴儿死亡率呈现理想的下降趋势，但中国监测地区婴儿死亡率城乡差异依然存在。1973-1974 年日本[25]婴儿死亡率存在着明显的地区性差异，构建高效的社区支持体系，开展公共健康教育和从怀孕至学龄期的优质医疗保健服务[26]，并配备充足的护理和公共健康卫生人员[27]，促进了婴儿死亡率的下降和地区差异的消除。中国大陆应因地制宜借鉴日本和香港的成功经验，及时调整防控策略与措施。在快速下降阶段，重点防控感染性疾病，在缓慢下降阶段，应把工作重点逐渐转移为防控围产期、先天性遗传性等非感染性疾病，在低水平持续状态，应该把医学科学技术和社会服务与管理功能发挥到极致，防止婴儿死亡率的反弹回升。改革开放以来的妇幼卫生政策对于降低婴儿死亡率发挥了重要的规范性作用[28]，现阶段要积极构建婴儿死亡三级预防策略[29]，重点在于研究制定预防婴儿死亡高危疾病的策略，把健康教育、婚前保健、孕前保健、出生缺陷预防等优生优育的前瞻性措施落实到位，积极推广疾病早发现、早诊断、早治疗的新技术新方法。还要加大国家政策统筹调控与扶持力度，坚定不移地落实人才队伍建设、公共投入、服务体系建设的配套政策，以实事求是的态度和强烈的社会责任感强

化科学管理，实施质量监控，不断提升管理水平和服务能力。

5 结论

参照系统婴儿死亡率呈现快速下降、缓慢下降、低水平持续状态的下降规律，婴儿死亡率随人均 GDP 变化轨迹与时间序列的规律相一致；191 个国家下降规律与参照系统总体符合率为 59.68%；结合 WHO194 个会员国婴儿死亡率呈现高、中、低阶梯式下降的规律，婴儿死亡率下降存在内在的变化规律，总体呈现快速下降缓慢下降、低水平持续状态的下降历程。

参照系统为婴儿死亡率下降的理想历程，发展中国家需因地制宜地学习借鉴。

中国大陆婴儿死亡率“十二五”后期渐向缓慢下降阶段过渡，“十四五”后期将进入低水平持续状态；城市婴儿死亡率“十二五”后期将向低水平持续状态过渡；农村“十三五”期间将进入缓慢下降阶段。

在婴儿死亡率下降的不同发展阶段应制定、落实针对性的防控策略与措施。

6 局限性与未来工作

限于目前的认识水平和资料收集的困难，本文存在着诸多局限性。在参照系统婴儿死亡率分类时，只是比较了不同时期婴儿死亡率及其平均下降量，只是参考了关于婴儿死因变化的文献资料，没有能够对同期婴儿死因进行深入比较，关于下降历程不同阶段死因构成变化规律的判断仍需进行国别研究加以论证。本文借鉴研究经济现象的动态数列分析技术，试图以婴儿死亡率平均下降量为核心指标结合婴儿死亡率下降的转折点区分下降历程的不同阶段，但转折点是通过逐期分析筛选而来，确定方法颇具争议，且不同的国家可能各有其特殊性，有必要创新研究方法进一步论证。参照系统婴儿死亡率下降的理想历程代表经济基础好、国家卫生政策健全、防控措施效果明显的国家或地区，并不能代表全球所有国家的下降规律，不能因为全球国家 2000-2013 年下降规律与参照系统的符合率偏低而否认下降历程观念，对于很多发展中国家参照系统的下降历程很难复制，在学习其成功经验时不能照搬照抄，应当结合自身实际，因地制宜地加以推广应用，这将是今后工作的重点。

参考文献：

[1] 李鸿斌. 基于《世界卫生统计 2015》资料全球 5 岁以下儿童死亡率的现状分析[J]. 中国循证医学杂志, 2017, 17(3): 269-275.

[2] 李鸿斌. 基于《世界卫生统计 2015》资料全球婴儿死亡率的现状分析[J].[ChinaXiv:201703.00361]

[3] Vallin J. World trends in infant mortality since 1950[J]. World Health Stat Rep, 1976, (11):646-674.

[4] 李应光，张德寅，邱静. 婴幼儿传染病死亡率趋势及社会、生物学因素分析[J]. 国外医学社会医学分册 1999，（1）：18-21.

[5] G K Singh, S M Yu. Infant mortality in the United States: trends, differentials, and projections, 1950 through 2010[J]. American Journal of Public Health, 1995, （7）:957-964.

[6] Census and Statistics Department, Hong Kong Special Administrative Region. Trends of Infant Mortality in Hong Kong, 1951to 2011. Hong Kong Monthly Digest of Statistics, 2013,（2）：1-11.

[7] 王红. 中国 1990-1994 年婴儿死亡率水平和变动趋势分析[J]. 中国优生优育，1996，（3）：116-119.

[8] 中华人民共和国国家统计局. 国际数据、主要国家（地区）年度数据：日本婴儿死亡率[EB/OL].http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=G0104，2015-12-29.

[9] data.un.org. Per capita GDP at current prices - US dollars[EB/OL]. http://data.un.org/Search.aspx?q=GDP+PER+CAPITA, 2014-11-02.
[10] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴（2013）[M] . 北京：中国统计出版社，2014：1-922.
[11] World Health Organization. World Health Statistics 2015[DB/OL][2015-12-20],http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/en/.
[12] indexmundi.com. Country Comparison > Infant mortality rate[EB/OL]. http://www.indexmundi.com/g/r.aspx?v=29,2014-11-02.
[13] 李鸿斌. 中国婴儿死亡率发展趋势研究——动态数列分析法的应用[J]. 中国人口科学，2013，（6）：39-49.
[14] 李鸿斌，冯海娟，王洁. 对经过重建和调整后的我国婴儿死亡率的验证[J]. 统计研究, 2015, (12): 84-87.
[15] 冯江，袁秀琴，朱军，等. 中国 2000-2010 年 5 岁以下儿童死亡率和死亡原因分析[J] . 中华流行病学杂志，2012，（6）：558-561.
[16] 黄燕，张雅琴，汤成毅. 海南省 2001～2010 年婴儿死亡率及死因研究[J]. 现代预防医学，2012，(22)：5821-5822，5824.
[17] 翁士贵，王绍贤. 中国婴儿死亡率变化分析[J]. 中国人口科学，1992，（3）：23-26.
[18] 刘娅，叶运莉，袁萍. 中国婴儿 1991-2004 年死亡率趋势及预测分析[J]. 现代预防医学，2007，（16）：3101-3102,3105.
[19] 鞠超英，曹玉莲. 中国和日本国妇幼保健指标的调查比较[J]. 山西医科大学学报，2003，（3）：217-219.
[20] 于保荣，高光明，王庆. 中日两国医疗服务利用及效果分析[J]. 中国卫生质量管理，2006，13（4）：79-82.
[21] 任正洪，安琳，张伶俐. 利用曲线拟合模型对 2020 年我国妇幼卫生健康指标的预测[J]. 中国卫生统计，2010，27（3）：255-257.
[22] 李鸿斌，顾建明，杨德蓓，等. 我国婴儿死亡率下降模式研究进展[J]. 中国儿童保健杂志，2012，20（8）：722-724.
[23] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴（2016）[M] . 北京：中国统计出版社，2017：1-922.
[24] Hongbin L, Haijuang F, Jie W, et al. Relationships among gross domestic product per capita, government health expenditure per capita and infant mortality rate in China[J]. Biomedical Research,2017, 28 (6): 2859-2864.
[25] Laskar MS, Harada N. Trends and regional variations in infant mortality rates in Japan, 1973-1998[J]. Public Health, 2005, (7):659-663.
[26] Leppert PC. An analysis of the reasons for Japan's low infant mortality rate[J]. J Nurse Midwifery, 1993, (6):353-357.
[27] Mishina H, Hilton JF, Takayama JI. Trends and variations in infant mortality among 47 prefectures in Japan[J]. J Eval Clin Pract, 2013, 19(5):849-854.
[28] 李鸿斌，顾建明，丁燕，等. 改革开放以来我国妇幼卫生政策回顾与分析[J]. 中国卫生政策研究，2011，(10)：48-54.
[29] 李鸿斌，顾建明，丁燕，等. 我国婴儿死亡三级预防相关妇幼卫生政策分析[J]. 中国妇幼健康研究 2011，(5)：650-652.

作者贡献声明：
李鸿斌：提出研究思路，设计研究方案，论文起草、修改；
冯海娟：数据分析、摘要翻译；
钱志娟、顾建明、王洁：文献搜索、数据获取、提供与分析。